

Entwicklungen im Massivbrückenbau

Autor(en): **Finsterwalder, Ulrich**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH
Kongressbericht**

Band (Jahr): **6 (1960)**

PDF erstellt am: **16.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-7058>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

IV a3

Entwicklungen im Massivbrückenbau

Developments in the Construction of Concrete Bridges

Développements dans la construction des ponts en béton

ULRICH FINSTERWALDER

München

Mit meinen Ausführungen schließe ich an meine Vorträge auf den Tagungen der IVBH 1936 in Berlin, 1952 in Cambridge und 1956 in Lissabon an und berichte über die weitere Ausgestaltung des bekannten DYWIDAG-Spannbetons sowie über neue, nach dieser Bauweise entwickelte Konstruktionsformen.

Die Erfahrungen mit dem durch einen Reckvorgang mit anschließendem Anlassen auf 80 kg/mm^2 Streckgrenze gebrachten naturharten Stahl St 105 sind weiterhin günstig. Insbesondere haben sich in der Praxis keinerlei Sprödbrüche ergeben.

Um die Schwingungsfestigkeit des Spannstabes zu verbessern, wurde das



Fig. 1. Hochstraße Ludwigshafen.

metrische Rollgewinde durch ein Sondergewinde mit größerem Ausrundungshalbmesser im Gewindegrund ersetzt. Die Schwingungsfestigkeit konnte hierdurch um 30% auf 1400 kg/cm gesteigert werden.

Eine neue Konstruktionsform verlangt die Projektierung von Hochstraßen.

Unter Hochstraßen werden im neuzeitlichen Straßenbau Brückenstraßen verstanden, die im allgemeinen unmittelbar über dem Verkehrsraum der normalen Straßenebene liegen und beliebig lang sein können. Das Bauwerk «Hochstraße» muß der normalen Straßenebene weitgehend Planungsfreiheit belassen, d. h. möglichst an allen Stellen und in beliebigen Winkeln Kreuzungen ermöglichen. Der Raum unter der Hochstraße muß als Fahrbahn in Längsrichtung, zur Ausbildung der Anschlüsse an Stadtstraßen, als Parkplatz

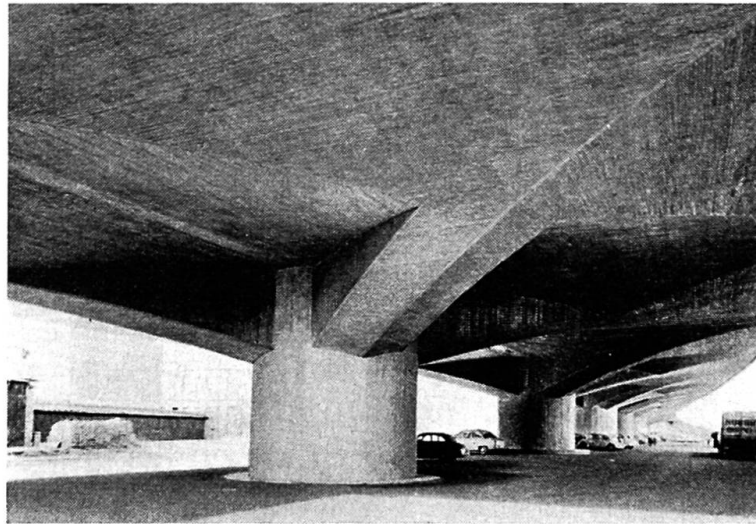


Fig. 2. Hochstraße Ludwigshafen (Untersicht).

und generell als überdeckter Raum verwendet werden können. Dazu sind mittig angeordnete Pfeiler vorteilhaft, die als Ordnungsprinzip dienen und den Raum unter der Straße in bestmöglicher Weise verfügbar machen. Das als Hochstraße ausgeführte Rampenbauwerk der Rheinbrücke in Ludwigshafen ist eine Aneinanderreihung von Platten, die jeweils aus einem Pfeiler auskragen. Das Konstruktionsprinzip am Beispiel eines Einzelpilzes einer Hochstraße von 32 m Breite ist im Bild mit Diagonalschnitt und Untersicht dargestellt. Die in der Untersichtdarstellung mit Schichtlinien gezeichnete Spannbetonplatte ist an den Rändern sowie längs der seitenparallelen Mittellinien 30 cm dick. Sie ist gegen die Viertelpunkte des Grundrisses pyramidenförmig auf 1 m verstärkt. Die Pyramidenflächen sind ganz flach zylindrisch gewölbt und setzen sich in der Unterfläche der diagonal angeordneten Kragrippen bis zum Schnitt mit der runden Mittelstütze fort. Diese Form bildet die Stützfläche für das quadratische Netz der Spannglieder, welches unter der Oberfläche der Fahrbahnplatte liegt. Die unter der Belastung auftretenden

Spannungen wurden an einem Modell 1:40 im Institut von Prof. RÜSCH an der Techn. Hochschule München ermittelt.

Benachbarte Pilze sind durch Fugen voneinander getrennt. Wie die Fig. 3 zeigt, sind die Endverankerungen der Spannglieder an diesen Stellen zur Aufnahme von Querkräften ausgebildet.

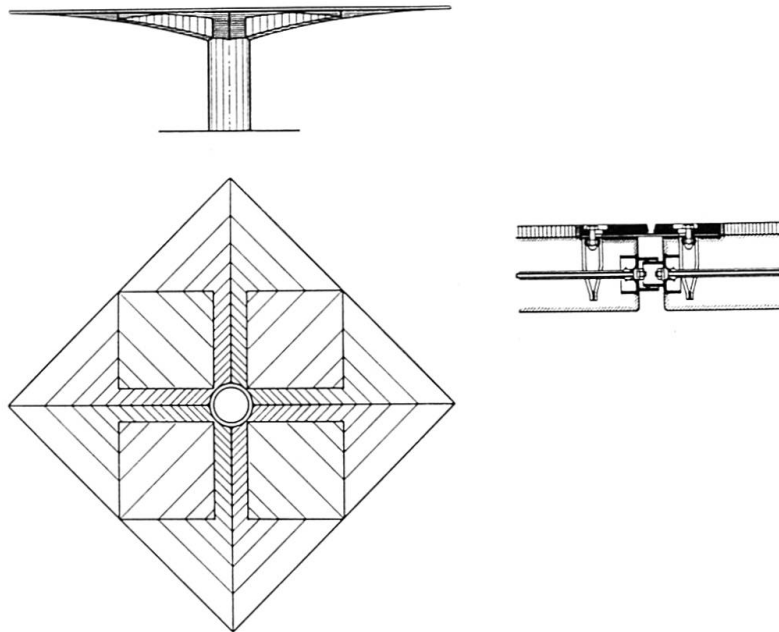


Fig. 3. Ansicht und Untersicht, Detail: Fugenkonstruktion und Endverankerung.

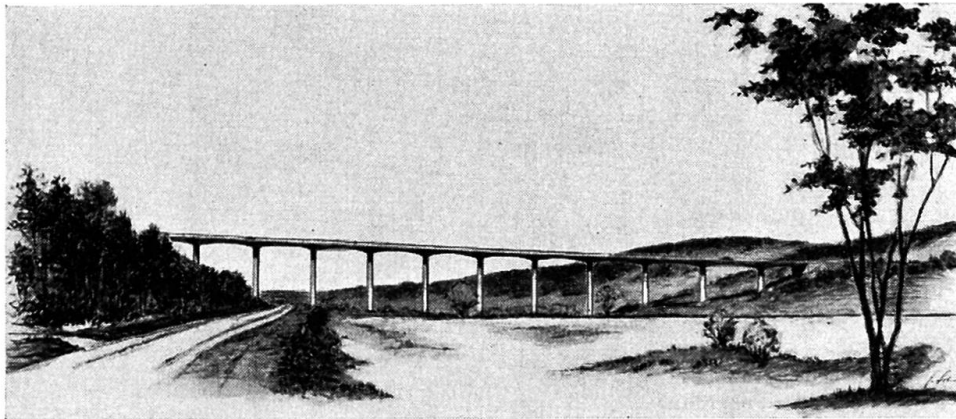


Fig. 4. Fechingertalbrücke (Projekt).

Die Anpassungsfähigkeit der Pilzlösung geht daraus hervor, daß die 28 Pilze der Ludwigshafener Hochstraße in der Breite von 12 bis 30 m variieren. Sie liegen auch im Gefälle und in der Kurve mit starker Querneigung. Aber auch bei großen Höhen und gleichmäßigen Fahrbahnbreiten ist diese Konstruktionsform insbesondere bei schrägen Talüberquerungen und Hangstraßen anwendbar und sogar eine besonders wirtschaftliche Lösung. Ihr eigener Reiz

liegt in der durch die Anordnung der Mittelstützen erreichten Eleganz der Trassierung, aber auch in der Unterstreichung des Stützenrhythmus durch die sich zu flachen Bogen ergänzenden Pilze.



Fig. 5. Mangfallbrücke (Stahlkonstruktion).

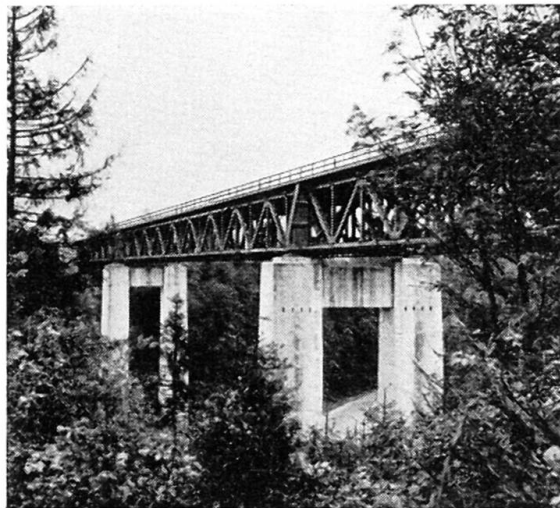


Fig. 6. Mangfallbrücke (Behelfsbrücke).

Die Figuren 5—7 zeigen die Mangfallbrücke von 1936, eine Stahlkonstruktion aus 2 Blechträgern, die Behelfsbrücke, die nach dem S.K.R.-System nach Kriegsende errichtet wurde, und die neue Spannbetonbrücke. Vorhanden waren noch die beiden Pfeilerpaare, die den Hauptträgerabstand von 12,50 m vorschrieben. Die Spannungen betragen 90, 108 und 90 m, die Höhe über dem Mangfalltal 60 m.

Der öffentliche Wettbewerb erbrachte 7 Vorschläge in Stahl und einen in Spannbeton, der als billigste Lösung zur Ausführung kam. Für das Fachwerk sprach die Möglichkeit der Belichtung für die geforderte unten liegende Ortsfahrbahn. Ein Fachwerk mit fallenden oder steigenden Diagonalen wäre, insbesondere wegen der Nebenspannungen, einfacher gewesen. Dem Entwurf lag

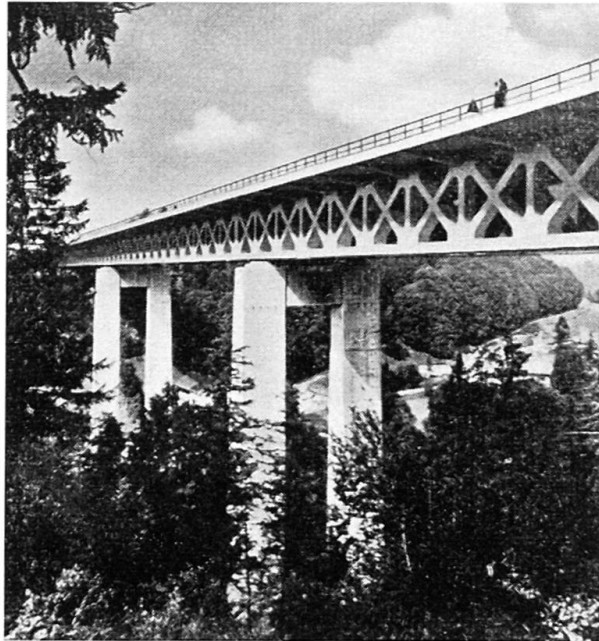


Fig. 7. Mangfallbrücke (Spannbetonbrücke).

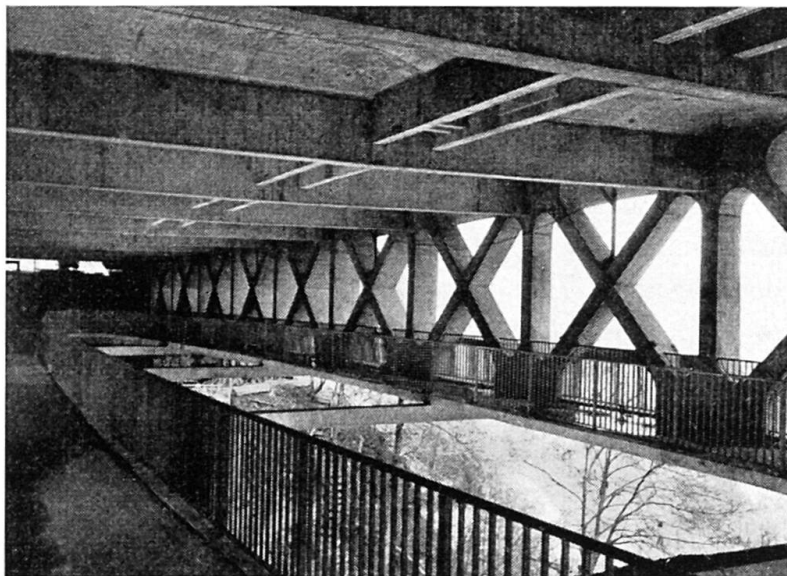


Fig. 8. Mangfallbrücke (Innenansicht).

aber die Idee zugrunde, kein rein technisches Bauwerk zu errichten, sondern ein technisches Bauwerk, bei dem auch für die Schönheit etwas getan ist. Infolgedessen wurde ein Fachwerkträger gewählt, dessen System von sich

kreuzenden Diagonalen dem Bauwerk eine im Massivbau bisher unbekannte Leichtigkeit und eine ornamentale Wirkung verleiht.

Die Breite der Diagonalstäbe liegt zwischen 66 cm in der Feldmitte und 220 cm über den Stützen, die Dicke ist konstant 44 cm. Die obere Fahrbahnplatte, die dem Autobahnverkehr dient, krägt auf jeder Seite 4,10 m vor, so daß sich eine gesamte Fahrbahnbreite von 23,50 m ergibt.

Da diese Brücke in 48 Abschnitten von einem Widerlager zum anderen in



Fig. 9. Mangfallbrücke.

einer Richtung frei vorgebaut wurde, waren Zwischenstützen erforderlich, die im allgemeinen im dreifachen Felderabstand, $3 \times 6 = 18$ m, im Anschluß an die Pfeiler jedoch im 9fachen Felderabstand, $9 \times 6 = 54$ m, errichtet wurden. Die Arbeiten wurden wettergeschützt in einem Vorbauwagen ausgeführt und waren so gut aufeinander abgestimmt, daß jede Woche, auch wenn auf Grund von Feiertagen nur an 4 Tagen gearbeitet wurde, ein Feld von 6 m Länge ausgeführt werden konnte. Dieser Takt wurde ab dem achten Feld, nachdem die Kinderkrankheiten dieser Neuentwicklung überwunden waren, bei den folgenden 40 Feldern pünktlich eingehalten.

Bekanntlich tritt bei Fachwerken an den Knotenpunkten eine sprungweise Änderung der Stabkräfte ein. Schlaff bewehrter Stahlbeton kann diesem Kraftfluß nicht folgen, da der Haftverbund zwischen Stahl und Beton zu seiner Wirkung eine gewisse Länge erfordert. Da bei Spannbeton die Zugkraft der Spannglieder durch die Endverankerung konzentriert übertragen werden kann, ist die ordnungsgemäße Konstruktion eines Fachwerkes mit den Mitteln des Spannbetons möglich.

Im Untergurt eines Fachwerkträgers der Mangfallbrücke werden Stabkräfte bis zu 3000 t durch 116 \varnothing 26, im Obergurt über der Stütze Stabkräfte

bis zu 6000 t durch 243 \varnothing 26 aufgenommen. Die maximalen Stabkräfte in den Diagonalen betragen 1500 t bei 60 \varnothing 26.

Die Diagonaleisen wurden jeweils durch einen Knoten mit Krümmungsradien von 4 m hindurchgeführt und am anderen Knoten mit den zugehörigen Gurteisen durch die Überdeckung gestoßen. Hierdurch konnten die Umlenkwinkel der Spannglieder auf 45° beschränkt werden.

Die Pfeiler wurden mit den Fachwerkträgern monolythisch verbunden, so daß die Brücke, abgesehen von den Rollenlagern an den Widerlagern, als gelenkloser Rahmen arbeitet.

Dieses Erstlingsbauwerk wurde erstklassig ausgeführt und ist einwandfrei gelungen. Bei eingehenden Belastungsversuchen wurde eine gute Übereinstimmung der Rechnung mit dem tatsächlichen Verhalten festgestellt.



Fig. 10. Bosphorusbrücke, Projekt (Fotomontage).

Zum Schluß sei es mir gestattet, die Grundlinien eines Vorschlags für die Überbrückung des Bosphorus vorzutragen, an dessen Beurteilung der Präsident unserer Vereinigung, Prof. Stüssi, im Rahmen einer internationalen Kommission mitgewirkt hat.

Vereinfacht könnte man diese Konstruktion als eine auseinandergezogene Spannbetonbrücke nach der Art der Wormser Auslegerbrücke auffassen, wobei die Zwischenräume von einem zum anderen Kragarm durch das über die ganze Länge der Brücke gezogene Spannband überbrückt werden.

Ausgangspunkt ist also der Auslegerpylon, wie er als Modell abgebildet ist. Im freien Vorbau werden die beiderseits 100 m langen Spannbetonausleger hergestellt. Das gleiche geschieht an den Widerlagern, die wegen der großen Spannkraft des Spannbandes von 80 000 t eine gute Verankerung im felsigen Untergrund besitzen müssen und deshalb den Ausleger von 100 m Länge tragen können.

Das 1200 m lange Spannband reicht von einer zur anderen Uferseite und weist eine Dicke von nur 30 cm auf. Bewehrt ist es mit 2600 Stück \varnothing 26 mm aus St 80/105, die Stange für Stange von einem zum anderen Ufer gezogen werden. Fig. 12 zeigt einen Schnitt durch das Spannband. Zwischen den einzelnen Auslegern hängt das Spannband nur 1,45 m durch, so daß die für einen Schnellverkehr von 90 km/Std. ausgebildete Fahrbahn in einer sehr eleganten weichen Wellenform das Wasser überspannt. Die als Hohlkasten konstruierten Auslegerlylonen laufen spitz aus und machen die bei Belastung und Temperaturänderung eintretenden Neigungsänderungen des Spannbandes elastisch mit. Bei 400 m Spannweite ergibt die theoretische volle Verkehrslast einschließlich 15° Temperaturerhöhung nur 40 cm zusätzlichen Durchhang.

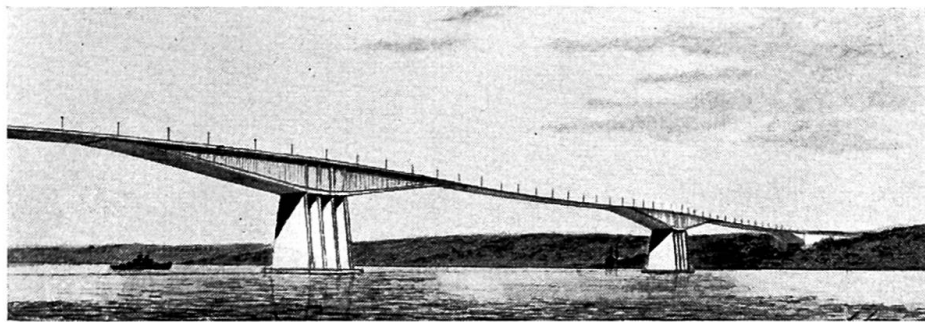


Fig. 11. Bosphorusbrücke, Projekt.

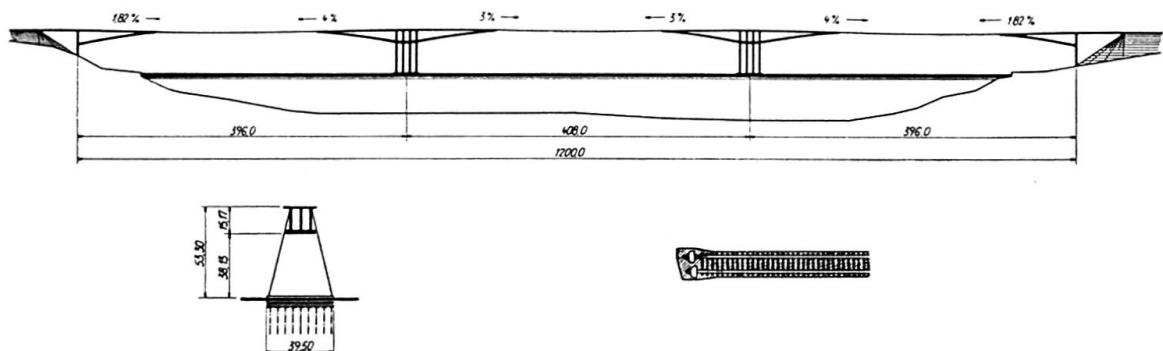


Fig. 12. Bosphorusbrücke (Projekt). a) Systembild, b) Pylon, c) Detail: Spannband im Querschnitt.

Die Pylone selbst sind aufgelöst in 2 m dicke und bis OK-Ausleger 40 m hohe Scheiben, die rechtwinklig zur Brückenachse liegen. Die Durchfahrthöhe beträgt 50 m. Die Pylone haben einen leichten Anzug, um die für die Brunnen-gründung in der sandigen Flußsohle des 50 m tiefen Stromes notwendige Grundfläche zu gewinnen. Die Gründung kann sehr leicht ausgeführt werden, da der Pylon am Spannband in Richtung der Brückenachse und rechtwinklig zu ihr Halt findet. Leichtigkeit und Beschwingtheit sind die Kennzeichen dieser neuen Form einer Hängebrücke, die der Gedanke des Spannbetons hervorgebracht hat.

Zusammenfassung

Für die Anlage von Hochstraßen in Städten, die als Brückenstraßen ausgebildet werden, sind mittig angeordnete Pfeiler vorteilhaft, die als Ordnungsprinzip dienen und den Raum unter der Straße in der bestmöglichen Weise verfügbar machen. Es wird eine pilzförmige Spannbetonbrücke, die für das Rampenbauwerk der Rheinbrücke in Ludwigshafen ausgeführt wurde, beschrieben, dessen maximale Breite 30 m beträgt. Diese Projektidee ist auch eine besonders wirtschaftlich und trassierungsmäßig günstige Lösung bei den im Autobahnbau häufig vorkommenden schrägen Talüberquerungen und bei Hangstraßen. Die Autobahnbrücke über das Mangfalltal, deren Hauptträger mit 90, 108 und 90 m Spannweite als Fachwerkträger aus Spannbeton im freien Vorbau ausgeführt wurden, wird ebenfalls besprochen. Des weiteren wird über den Entwurf einer 1200 m langen Brücke über den Bosphorus berichtet, bei welcher die Spannweiten von 3×400 m mit einer nur 30 cm dicken Spannbetonplatte, dem sogenannten Spannband, überbrückt werden.

Summary

For structures carrying elevated urban roads, it has proved advantageous to provide only one row of columns in the centreline of the bridge. This arrangement provides an ordered construction and enables better use to be made of the space beneath the road. The author describes the approach ramps for the bridge over the Rhine at Ludwigshafen. The structures in question are of prestressed concrete with a maximum width of 30 m and constructed in the form of mushroom-shaped slabs. This arrangement is equally suitable, both from the point of view of economy and that of the requirements of the alignment, for crossing a valley on the skew — as is frequently the case for motorways — or for roads on hillsides. The author then describes the motorway bridge over the Mangfall valley, a prestressed concrete bridge constructed by cantilevering; the main girders are prestressed concrete lattice girders having spans of 90, 108 and 90 m. The author finally gives some details regarding the project for a bridge over the Bosphorus, 1200 m in length. The three spans, each 400 m long, are formed of a prestressed concrete slab 30 cm thick and termed a “prestressed strip” (Spannband).

Résumé

Pour les ouvrages supportant des routes urbaines surélevées, il s'est avéré avantageux de ne prévoir qu'une file de piliers, dans l'axe du pont. Cette disposition donne à la construction un certain ordre et permet une meilleure

utilisation de l'espace situé sous la route. L'auteur décrit les rampes d'accès au pont sur le Rhin à Ludwigshafen. Il s'agit d'ouvrages en béton précontraint, larges de 30 m au maximum et exécutés en forme de dalles champignon. Cette disposition convient également, tant du point de vue de l'économie que des exigences du tracé, pour franchir une vallée en biais — comme cela est souvent le cas dans les autoroutes — ou pour les routes à flanc de coteau. L'auteur décrit ensuite le pont autoroute sur la vallée de la Mangfall, pont en béton précontraint exécuté par encorbellement; les poutres principales, des treillis en béton précontraint, présentent des portées de 90, 108 et 90 m. L'auteur donne ensuite quelques détails sur le projet d'un pont sur le Bosphore, long de 1200 m. Les trois travées de 400 m chacune sont constituées d'une dalle en béton précontraint forte de 30 cm et appelée «tirant-dalle» (Spannband).